

# Mikotoxinprevenció és a jó silózási gyakorlat

Dr. Kovács Tamás  
fermentációs szakértő, Kokoferm Kft.

2012 aszályos, forró nyarának rendhagyó időjárása tömegesen hozta elő a mikotoxinproblémát. Most éppen a figyelem középpontjába került *Aspergillus flavus* által termelt aflatoxin okoz gondot. Nem csak a szemes és nedves roppantott szemeskukoricánál, teljes kukoricaszilázsnál, hanem sok helyen a lucernaszenázsokban is sok az aflatoxin. Más évben, más időjárási körülmények között más penészgombák szaporodási lehetőségével, más mikotoxinokkal – pl. a *Fusarium* fajok által termelt DON, zearalenon, stb. – kerülhetünk szembe. Bizonyos esetekben több penész és különböző toxinok együttes jelenléte is lehetséges. Az is igaz azonban, hogy nem minden penész, és nem minden esetben termel toxinokat. A fehér színű telepekkel megjelenő penészek általában kevésbé veszélyesek (*Mucorales*, *Geotrichum*, melyek bevitelcsökkentőek ugyan, de nem termelnek toxint; a fehér *Byssoschlamys* viszont már patulintermelő). A színes telepű penészek általában sokkal veszélyesebbek (*Aspergillus*, *Fusarium*, *Monascus*, *Penicillium*, stb.).

Sokan és sokat írtak már a különböző mikotoxinokról, élettani hatásokról, a toxinproblémák kezeléséről. **Ebben a cikkben a gyakorlat által használható, és szigorúan alkalmazandó, a teljes szilázs- és szenázkészítési technológiát felölelő, a teljes termékpálya alatt az élesztő és penésztevékenységet visszazsorító, megakadályozó lépésekről, az aerob stabilizálásról, a penész és mikotoxin prevencióról írunk.** Jobb megelőzni a bajt, mint a kialakult problémákat tűzoltómunkával kezelni. A toxinok semlegesítése, megkötése igen nagy költség. Az adszorpciós toxinkötés pedig bármennyire szelektív is, minden esetben számos anyagotól fosztja meg teheneinket és soha nem tökéletes. 2012-ben a kukoricamoly elszaporodása nyitott tömeges szaporodási lehetőséget az *Aspergillus flavus*nak. Ilyen feltételek esetén egy külön moly elleni permetezés alapvető segítség a megelőzésben.

Aszályos években a száradó, felsülő silókukorica keményítőtartalma sokkal kisebb, cukortartalma pedig igen magas. A cukor a fakultatív anaerob gombák számára kiváló tápanyagforrás. Az aszályos években emiatt jóval magasabb a növényen megtelepedő élesztők, penészek száma. Ezt igazolta tavaly az USA-ban elvégzett nagyszámú analízis, melynek alapján még számunkra, erjedésipari szakemberek számára is meglepően magas élesztő és penészsűrűségeket találtak a vizsgált kukoricamintákon. A több mint 180 vizsgált silókukorica minta 25%-ában 1.000.000 TKE/g (TKE=Telepképző Egység), csaknem 30%-ában pedig 10.000.000 TKE/g volt az élesztőcsíraszám (USA, Dairyland labs).

**A 2012-es magyar kukoricák esetén ugyanez volt a helyzet: aszály→sok cukor→nagy élesztő és penészsűrűség→rossz aerob stabilitás, mikotoxinok jelenléte!**

A mikotoxinprobléma alapfeltételei tavaly tehát adottak voltak.

Azonban a megfelelően feszes silótechnológiával és aerob stabilizáló szilázs- (Lalsil FRESH) és szenázsoltóanyagokkal (Lalsil DRY) dolgozó cégek tavaly sem kellett, hogy ezzel a problémával szembesüljenek!

A mikotoxinprevenció lépéseinek részletezése előtt a következőt emelnénk ki hangsúlyosan: A penészgombák is természetes alkotói a bennünket körülvevő mikrobiológiai környezetnek. A mikroba populációk tápanyagokért folytatott harcában, a túlélésért folytatott küzdelemben, időnként túlzottan teret nyernek. Azonban a gondossággal, tisztasággal, higiénéval, az aerob mikroorganizmusokat visszazsorító technológiai lépésekkel, az erjedést indító megfelelő starterkultúrával, aerob stabilizáló szilázs- és szenázsoltóanyagokkal életerük és tevékenységük annyira visszazsorítható, hogy a mikotoxinproblémát még a penészek számára kedvező időjárású években is ki tudjuk küszöbölni!

## Jó silózási gyakorlat

A következőkben minden olyan technológiai lépésre és lehetőségre szeretnénk felhívni a figyelmet, amivel a gombák (élesztők és penészek) visszazsorítását, gátlását és adott esetben hatékony pusztítását tudjuk megvalósítani. Ezek összességével pedig az önök nyugalma is eredményező penész- és mikotoxinmentesség valósítható meg.

1. A helytelen technológiából származó, akár komoly veszteséget is eredményező, romlott-penészes szilázs és szenázs nem kerülhet a trágyába, mert a penészspórákkal visszafertőzi a szántóföldet!
2. A szántóföldön a talaj mikroba összetételét rendező talajstarterek is csökkentik a penészek életlehetőségeit és csírászámát.
3. **A talajszennyezés minimalizálása besilózásnál:**
  - a. Fokozott figyelem a talaj egyenetlenségeit illetően talaj-előkészítésnél és a későbbi munkáknál.
  - b. A vágásmagasság alapvetően meghatározza a talajbaktérium- és penészterhelést! 10 cm a lucernánál, 40-60 cm a kukoricánál (ez a nitráttartalmat is minimálja!).
  - c. A rendsodrás nedves talajnál és teljes gabonanövények betakarítása esetén kerülendő!
4. **Tökéletesen tiszta silótér.** A behordó- és taposó gépek munkája is úgy legyen szervezve, hogy egyáltalán ne legyen talaj és sárfelhordás, amivel beszenyezzük a szecsakát.
5. **Tömörítés.** A szecsakaméret, szárazanyag és a tömöríthetőség összefüggésére figyelni kell. Minél jobb a tömörítés,



# Nyerd ki az utolsó csepp tejet is

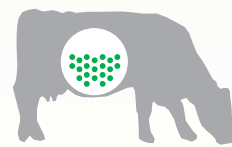


## a Levucell SC bendőlesztő premixek maximálják a takarmányhasznosulást és a takarmányegységre vonatkoztatott nyereséget

A *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077 - az INRA-val (Fr.o.) közösen szelektált bendőlesztő kísérletileg igazolt hatékonysága:

- **Tejhozam:** + 1,2 - 2,5\* l/tehén/nap
- **Takarmányhasznosulás:** + 50 - 120 g\* tej minden bevitt szárazanyag kg takarmányra
- **Optimálja a bendő pH-t:** kevesebb acidózis és javítja a rostemésztést

\* Metaanalízis, ADSA, USA, 2009. Az I-1077-es törzs ajánlott adagolási dóziséval (10 milliárd/tehén/nap) végzett kísérletek eredményeiből.



**Levucell<sup>®</sup> SC**  
**Rumen Specific Yeast<sup>®</sup>**



**KOKOFORM Kft.**  
3231 Gyöngyössolymos, Csákkői út 10.  
TEL/FAX: 37/370-892; 370-072, [www.kokoform.hu](http://www.kokoform.hu)

**LALLEMAND ANIMAL NUTRITION**  
[www.lallemmandanimalnutrition.com](http://www.lallemmandanimalnutrition.com)



annál kevesebb a levegő a szilázsban. Kitároláskor is kevesebb romlást okozó levegő jut be.

- a. Alacsonyabb szárazanyag-tartalmú kukoricánál 1,5 cm legyen a szecsakahossz. 40% feletti szárazanyag-tartalom esetén 1,5 cm-ről 1 cm körülire érdemes csökkenteni a szecsakahosszt. Magasabb szárazanyag-tartalom esetén a jó tömöríthetőség érdekében 1 cm alá menjünk le.
- b. Besilózásnál ne legyen 20 cm-nél vastagabb rétegben egyszerre felhordva a szecska, mert nem lesz megfelelő a tömörítés.
- c. Ne használjunk duplakerekes traktorokat, a kerék minél keskenyebb legyen a nyomás növelése érdekében. Ha lehet, ruházzunk be egy vonatkerekes tömörítőre. Megéri.
- d. Lehetőleg folyamatosan silózzunk. Ha meg kell állni, a megfelelő tömörség elérése után ne járassuk tovább a tömörítő traktort, hogy a képződő CO<sub>2</sub> a szilázsban maradjon. Ha hosszabb időre félbe kell szakítani a silózást, ideiglenesen takarjuk a felületet.

6. A gyors erjedésindítás megfelelő induló csíraszámú starterkultúrával, gyors CO<sub>2</sub> képződést eredményez. **A levegő kiszorításával azonnali penészeszaporodás gátlás valósul meg.**

7. **A silózás befejezésekor, a megfelelő tömörítettség elérése után minél gyorsabban zárjuk le a silót. A veszteségmentes takaráshoz a 3 fóliás kombinált takarást érdemes használni** (oldalfólia, vékony silóra simuló légzáró fólia, UV- és mechanikailag ellenálló takarófólia), kavicsfal töltött silózsákos takarórendszerrel. A súlyozó zsákokat átlapolva légmentesen tudjuk zárni a silóteret. A zsákokat négyszögletes cellákban kell lerakni, hogy esetleges lyukképződés esetén csak az adott cella kaphasson levegőt, és a szél minden fuvallatára ne hullámozzon végig a fólia, mint a tenger. Ezzel a rendszerrel gyakorlatilag 0%-ra csökkenthető a veszteség. A sarkoknál, oldalaknál és a siló tetején egyáltalán nem lesz romlás és penészesedés!

8. **Szalmatakarásos vagy szalmabálás súlyozást ne használjunk a siló tetején**, mert a rácsalók tétre beleköltöznek, kirágják a takarófóliát, és már a tárolás során beindul a penészesedéssel, mikotoxin képződéssel is párosuló aerob romlás.

9. **Gyors, egyenletes savanyítás a stabil pH-ra.** Erre a megfelelő csíraszámú starteres beoltás a garancia.

**Az aerob instabilitásból bekövetkező romlási folyamat rövid leírása – ezt kell megakadályozni:**

A szilázsban, szenázsban a nem megfelelő technológia miatt nagy számban vannak jelen az élesztők és penészek. A szabad cukrot az élesztők anaerob körülmények között alkohollá alakítják (ezért alkoholos sok szilázs – tehén májkárosodás). Ha levegőhöz jutnak, az élesztők a tejsavból ecetsavat, CO<sub>2</sub>-t és hőt képeznek. Melegszik a siló, emelkedik a pH. A melegedés hatására az energia 10-20%-a is eltűnhet, emellett romlik a takarmány táplálóanyag tartalma. A penészgombák is szaporodásnak indulnak, telepeket képeznek, és ha van rá idejük, az aerob (le-

vegős) és az átmeneti zónán túl is micéliumokat (gombafonalak) fejlesztenek a szilázs anaerob (levegőmentes) zónájába. „Nyugodjanak meg”, ha tehetik, toxinokat is termelnek. A kritikus pH elérése után pedig már minden romlasztó, rothasztó mikroorganizmus is aktivizálódik. A fenti folyamat a szilázsok minden olyan részén bekövetkezik, ahol a zárófólia vagy a silófal sérüléseinek vagy a tökéletlen záráson keresztül beáramlik a levegő a silóba. Ezeket a folyamatokat kell elkerülni a tökéletes zárástechnológiával, és a penész- és élesztőgátló, -ölő hatású szilázs- és szenázsoltóanyagok használatával.

A gombák ellen az erjesztett tömegtakarmányok tartósításában hatalmas fegyvertény a *Lactobacillus buchneri* felfedezése és alkalmazása. A *L. buchneri* egy másodlagos, a tejsavképzést követő fermentációs folyamatban, a tejsav egy részéből élesztő- és penészgátló anyagokat termel. Nemcsak gombagátló, hanem gombaölő hatásúak is ezek az anyagok. Az *L. buchneri* másodlagos anyagcseretermékei az ecetsav, propionsav, propanol és monopropilén-glikol (MPG). Ezen gombagátló és -ölő anyagok termelése erősen beoltási csíraszám függő! A magas cukortartalmú kukorica esetén (aszályos években különösen magas a cukortartalom, és alacsony a keményítőtartalom) a heterofermentatív *L. buchneri* baktériumok kívánatos beoltási csíraszám 300.000 Telepképző Egység/g szecska. Ezért határozta meg a Lallemand a Lalsil FRESH szilázsoltóanyagában a 300.000 TKE/g beoltási csíraszámot. Ezzel érhető el a megfelelő gátlóanyag termelés, és a szárazanyagra vonatkoztatott 1-2% MPG termelés. Az INRA kutatásai alapján a kisebb beoltási csíraszám (spórolás vagy kisebb hatóanyag-tartalmú starter) egyértelműen a fenti gombagátló anyagok mennyiségének csökkenését eredményezi (az MPG-ből is kevesebb képződik), és alapvetően gyengébb aerob stabilitást eredményez. A lucernaszenázsok, gabonaszilázsok biztonságos erjesztésére, emészthetőségének javítására, aerob stabilizálására fejlesztette ki a Lallemand a Lalsil DRY starter és aerob stabilizáló oltóanyagát, ahol a *buchneri*-technológiát a fehérjevesztéséget minimáló gyors savanyító baktériummal és az erjeszthető cukortartalmat, valamint a rostemészthetőséget növelő rostbontó enzimekkel kombinálták.

10. A propionsavas és más savakkal kombinált kémiai tartósítást is érdemes néhány szóban megemlíteni. Vannak a gyártók által előírt takarmánykezelési savkoncentrációk. Ezeket szigorúan tartsák be, ha például nedves roppantott szemes kukoricát silóznak be, mert a savval történő spórolás a penészek erőteljes mikotoxintermelését indukálja. Ez a folyamat már a '70-es években tudományosan ismert volt. Magyarázata egyszerű: ha a penészgombákat a pusztulásukat okozó savkoncentrációnál kisebb, stresszt okozó savhatásnak tesszük ki, kínjukban védekezésükkel mikotoxinokat termelnek. 70% alatti szárazanyag tartományban a nedves roppantott szemes kukorica megfelelő aerob stabilizáló oltóanyag-biológiai úton, költséghatékony módon tartósítható.

**11. A siló kitárolásának alapszabályai:**

- a. A silót az állományhoz úgy méretezzük, hogy megfelelő legyen a kitermelési sebesség. Legfeljebb 3-4 naponta visszaérjünk ugyanahhoz a felülethez. Tehát már a tervezésnél sok minden eldől.
- b. A takarófóliát 1-1,5 m-nél távolabb ne távolítsuk el a silófal mögött. Ne levegőztessük agyon a szilázst, mert ez meggyorsítja a romlási folyamatokat, és az esetleges toxinképződést.



- c. Északi, keleti oldalról termeljük ki a silóteret (ne melegítse a silófalat a nap).
- d. A silófal szó szerint szinte sík, falszerű legyen. Silómarót, vagy blokkvágót kell használni. Bármilyen technológiát alkalmazunk is, a siló fala maradjon ép, ne lazítsuk fel, ne jusson be a levegő a mélyebb rétegekbe, mert az megindítja a romlást.
- e. Ritkán előfordul, hogy a silótér geometriája, vagy kényszerhelyzet miatt a szilázst folyosószerűen kell kitermelni, és így nagy felületen hosszú ideig szabaddá válik a silófal. Ezen a felületen takarással vagy folyamatos propionsavas kezeléssel meg kell akadályozni a penészfejlődést, mert ilyen esetben nagyon durva penészképződés indulhat be, amikor a penésztelepek spóratömegei az etetésre használt silófalat is befertőzik és itt is beindul a penész- és mikotoxinképződés.
- f. Ha a bendő mikroflórája rendben van (baktériumok, gombák, protozoák érzékeny ökoszisztémája), a bendő mikroorganizmusok, és ezáltal a tejelő teheneink elbánnak a toxinok egy részével (természetes detoxikálás). Tehát teheneink jobban „elviselik” a mikotoxinokat. Szubakut acidózis és acidózis esetén a bendőflóra fajokban elszegényedik, csökken a hasznos rostbontó mikrobák száma és aktivitása. Csökken a rostbontó enzimek aktivitása is. Mindezek következtében csökken a takarmányhasznosulás, de ugyanúgy csökken a detoxikálásra képes mikrobák száma is. Tehát a szubakut acidózis, acidózis teheneink érzékenyebben reagálnak a takarmányok mikotoxinterhelésére. Tehát minden olyan technológiai kezelés, receptúramódosítás, ami a bendő pH-t emeli, javítja a bendő anaerob viszonyait, és támogatja a hasznos mikroszervezetek működését, teheneinket ellenállóbbá teszi a toxinokkal szemben. Itt emelnénk ki a Levucell SC aktív bendőlesztő bendő pH-t emelő hatását, ami szubakut acidózis, acidózis esetén 0,3-0,6 értékkel emeli a pH-t, és javítja a bendő anaerob viszonyait.

A penészek és élesztők ellen vívott küzdelemben a szilázs- és szenázsoltóanyagot ellenző kollégák nem tarthatják bebetonozott állásaikat. Olyan új, biogazdaságokban is alkalmazható mikrobiológiai szilázs és szenázs oltóanyagok kerültek a szakemberek kezébe, amivel, ha nem élnek, mindenképpen hibáznak és nagyobb veszteséggel kevésbé nyereségesen termelnek.

#### A *Lactobacillus buchneri* baktériumokat alkalmazó technológia élesztő- és penészgátló hatását igazoló két üzemi kísérlet eredményei:

Az egyik kísérletsorozat eredményét a Spanyol Barcelonai Egyetem kutatói *Dr. Alex Bachs* és *Cristina Iglesias* a FEED MIX 2006-os 3. számában publikálták. 28 kereskedelmi farmon állították be a következő kísérletet falközi kukoricasilókban. 10 kg szecskát  $3 \times 10^5$  TKE/g *L. buchneri*-vel kezeltek. A Lalsil FRESH startert 200 ml vízben oldották és ezzel permetezték le a silóval azonos minőségű és összetételű 10 kg-nyi szecskát. Majd légmentesen záró zsákba tették. A másik 10 kg-nyi szecskát 200 ml tiszta vízzel permetezték le, hogy a szárazanyag-tartalmak is azonosak legyenek a kezelt és kezeletlen tételeknél. Ezt is légmentesen záró eltérő színű zsákba tették. Majd hosszabb szalagokkal látták el és a tömörítés közben a silóba fek-



Növényfajhoz igazodó megoldások hosszabb ideig eltartható fű- és lucernaszenázsokhoz, gabonaszilázsokhoz



www.kokoferm.hu RCS Lallemand 468770 194 - LALSILgrass.ENG. 02/2013.

Fű- és lucernaszenázsokhoz tudományos alapon tervezett termékek:

- A tápanyagokat megőrző **optimális tartósság**
- **Maximált takarmányozási érték** (rostemésztés javítás is: **LALSIL® PS, DRY, DRY HC**)
- A szenázs/szilázs **friss és kiváló** érzékszervi tulajdonságú hosszabb időn keresztül is (szabadalmaztatott ***L. buchneri* NCIMB 40788\*** technológia)
- Nagyon kis folyadékmennyiséggel kijuttatható nagy koncentrációjú termékek



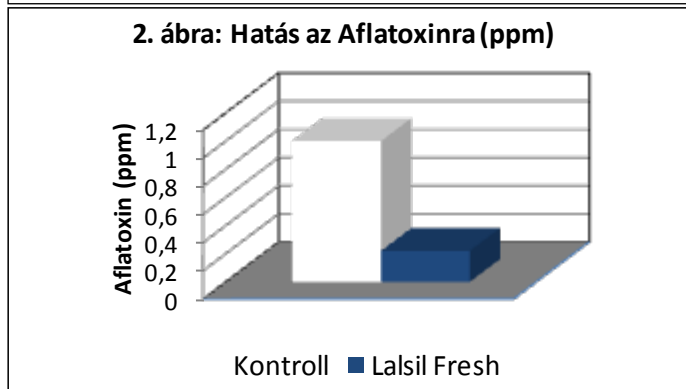
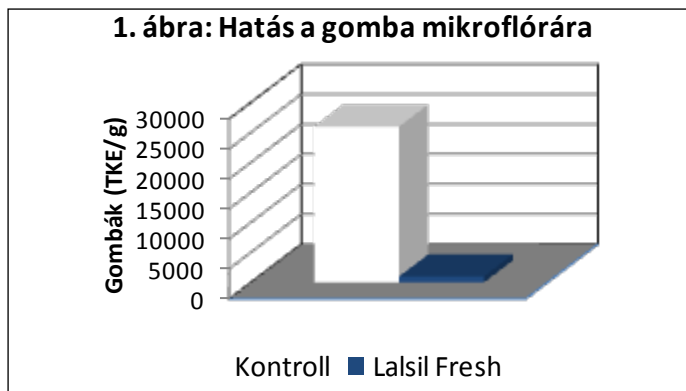
Speciálisan testre szabott megoldások minden szilázshoz/szenázshoz



\* A LALSIL® DRY *Lactobacillus buchneri* NCIMB 40788-at tartalmaz. Koncentrált HC terméként, Magyarországon az igényeknek megfelelően A LALSIL DRY® HC kerül bevezetésre.

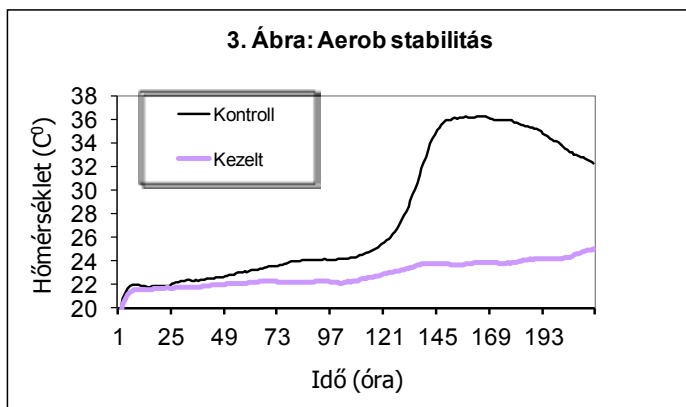
tették. Így érték el, hogy a silóval azonos összetételű, és azonos körülmények közötti kezelt és kezeletlen tételek szülessenek. Mind a 28 farm silóterében ugyanezt a beállítást alkalmazták. A besilózás előtt és nyitás után minden mintát kémiai analízisnek, és mikotoxinméréseknek vetettek alá. Vizsgálták az élesztő és penészszámot, valamint az aflatoxintartalmat is. A mintákat 4 nappal nyitás után aerob stabilitási méréseknek vetették alá (pH, élesztő- és penészszám, mikotoxin tartalom meghatározás).

A fontosabb eredmények a következők:



4 nappal a silók megnyitása után (ez reális telepi körülménynek felel meg) az élesztő és penészszámot a 28 siló átlagában az 1. ábra mutatja. A 2. ábra a 28 siló átlagában a silók nyitáskori aflatoxin tartalmát mutatja. 0,1 ppm volt az átlagos aflatoxin koncentráció a Lalsil FRESH-sel kezelt szilázsokban, és 0,9 ppm átlagérték a kezeletlen kontrollok átlagában. Az eredmények magukért beszélnek.

A másik lucernaszenázsos kísérletet Szűcsné Dr. Péter Judit vezetésével Hódmezővásárhelyen végezték. A kísérleti eredményeket a FEED MIX 2005-ös 3. számában publikálták. Csoomagolt nagybálás szecsakázatlan, szársértett lucernaszenázs bá-



lának felét Lalsil DRY L. buchneri tartalmú aerob stabilizáló starterrel kezelték, az előírt kereskedelmi koncentrációban. A bálák másik fele a kezeletlen kontroll volt. Sok-sok paramétert vizsgáltak különböző tárolási idő után. A 3. ábra az oltóanyaggal kezelt és kezeletlen bálák közötti jelentős aerob stabilitásbeli különbséget mutatja 122 napos tárolás után.

Az 1. kép a vásárhelyi kísérlet kezeletlen és kezelt lucernaszenázsainak levegőnek történő kitétség (aerob stabilitás vizsgálat) utáni penészfertőzöttségét mutatja.



1. kép: A kezeletlen (A) és a Lalsil DRY-jal kezelt (B) szénázatok a levegőnek történő kitétség után

### Összegzés:

Ha az élesztők és penészek ellen kell küzdenünk, a cikkben részletezett technológiai lépések mindegyikét rutintechnológiaként próbáljuk telepünkön bevezetni, mint jó silókészítési gyakorlatot. Megfelelő mikrobiológiai segítő társaként a heterofermentatív *Lactobacillus buchneri* baktériumok nagyban segítségünkre lehetnek.

Rajtunk áll, hogy alkalmazzuk-e a rendelkezésre álló technológiát, használjuk-e a mikrobiológiai segítő társakat, vagy kiszolgáltatva, kötél-táncosként próbálunk egyensúlyozni a tej mikotoxin határérték környékén.